



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för veterinärmedicin
och husdjursvetenskap**
Institutionen för kliniska vetenskaper

Hovsprickor hos häst

Ida Josefin Jormhed

*Uppsala
2016*

Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

Delnummer i serien: 2016:40

Hovsprickor hos häst

Hoof cracks in horses

Ida Josefin Jormhed

Handledare: Ove Wattle, institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Eva Tydén, institutionen för biomedicin och veterinär
folkhälsovetenskap

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: grund nivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i veterinärmedicin

Kurskod: EX0700

Program: Veterinärprogrammet

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2016

Serienamn: Veterinärprogrammet, examensarbete för kandidatexamen

Delnummer i serien: Kandidatarbete 2016:40

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: hovsprickor, häst

Keywords: hoof cracks, horse

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning.....	3
Material och metoder.....	3
Litteraturöversikt	3
Hovens anatomi.....	3-5
Hovkapsel/Hornkapsel	5-9
Hovsprickor/Hornsprickor.....	9
Orsaker till hovsprickor.....	9-11
Sido- och traktsprickor	11
Tåsprickor.....	12
Behandling av hovsprickor.....	12-13
Sido- och traktsprickor	14-16
Tåsprickor.....	16
Hornklyftor.....	17
Diskussion	17-18
Litteraturförteckning	19

SAMMANFATTNING

Hovkapseln är hovens epidermis och den omsluter, skyddar och stödjer kötthoven som utgörs av hovens inre strukturer. Hovkapseln har till uppgift att bära vikt, tåla nötning samt utgöra halkskydd och genom sin formbarhet möjliggör den sänkning av belastningsamplituder. Hovsprickor delas, efter sitt läge på hoven, in i tåsprickor, sidosprickor och traktsprickor. De delas också in efter längd, om sprickan går hela vägen från kronrand till bärrand kallas den genomlöpande. Sprickan kan också beskrivas efter djup samt om den har lett till en blödning eller infektion. Om sprickan går hela vägen in till väggläderhuden kallas den genomgående och dessa sprickor ger initialt en blödning. Orsaken till en horn-/hovspricka är alltid en överbelastning emedan orsakerna som kan predisponera för lokalt nedsatt hållfasthet alternativt ökad belastning och därigenom uppkomst av hovsprickor är många. Exempelvis kan kronrandsskador, ofysiologisk verkning, skoning och hovform, dålig hornkvalité, felaktig benställning, smärta som innebär en onormal belastning av en hov och ofysiologisk belastningsriktning till följd av underlag eller rörelseriktning öka risken för sprickbildning. Framhovarna bär normalt mer vikt än bakhovarna och det är troligtvis därför det är vanligare med exempelvis genomgående sido- och tåsprickor på dessa än på bakhovarna. Hovkapseln formbarhet och dess utseende är mycket viktigt för att minska kraftens amplitud vid hovisättningen och hovuppbromsningen. Formbarheten gör att krafterna från hästen och markytan fördelas över en längre tidsperiod än vad som annars hade varit fallet. Om hoven utsatt för ofysiologisk belastning på grund av felaktig benställning/hovkonformation, felaktig verkning och/eller feltillpassade skor kan det leda till en hovkapseldistorsion som i sig är den vanligaste orsaken till genomgående sido- och traktsprickor. Det som kan ge upphov till tåsprickor är exempelvis trampskador i kronranden, bockhov (flexion i hovled) eller en ofysiologiskt understucken trakt.

När det gäller hovsprickor måste om möjligt orsaken till hovsprickan identifieras och åtgärdas, annars kommer effekten av behandlingen vara begränsad och det är troligt att hovsprickan kvarstår/eller uppkommer på nytt. Det finns många olika tekniker för reparation av hovsprickor men det är viktigt att reparationen inte stänger in bakterier samt att den ger stabilitet åt hoven i alla kraftriktningar. Metallplattor som fästs med skruvar ger bra stabilitet åt sprickan, den förhindrar rörelse över sprickan i hovens vanliga kraftriktningar samt stänger inte in eventuella bakterier. Det är också en reparation som är relativt lätt att ta bort och flytta upp utmed hovväggen allteftersom sprickan växer ut.

SUMMARY

The hoof capsule is the epidermis of the hoof and it protects and supports the internal structures, i.e. the hoof structures of mesoderm origin. The hoof capsule supports the horse's weight, is resistant to wear, reduces hoof slipping, and by deforming during loading it has the important function of decreasing the amplitude of the load. Hoof cracks are described by their location; toe cracks, quarter cracks, heel cracks, as well as by their length; partial or full. Cracks are also described by their depth; superficial or deep (full thickness), and whether they are infected or not. A deep hoof crack causes an initial hemorrhage since the corium is involved. The underlying cause of hoof cracks is always an excessive loading of the hoof, but the factors predisposing the hoof to locally decreased structural strength or increased loading are many. Injuries to the coronary band, non-physiological trimming and shoeing practices as well as poor hoof and/or leg conformation, decreased horn quality, pain leading to an abnormal loading of a hoof, or a non-physiological loading direction caused by the direction of movement or the ground surface, are all examples of factors increasing the risk of hoof cracks. Generally the front hooves bear more of the horse's weight than the back hooves and are likely therefore more prone to deep toe and quarter cracks than the back hooves. The shape of the hoof and how the hoof capsule deforms during loading are very important factors in reducing the amplitude of the force at ground impact and during the phase of the stride where the limb decelerates. With the deformation of the hoof capsule the forces from the horse and the ground are distributed over a longer time period than what otherwise would be the case. The most common predisposing factor to excessive loading and thereby causing deep quarter and heel cracks is hoof capsule distortion caused by poor hoof/leg conformation and/or non-physiological trimming and/or shoeing practices. Predisposing factors to toe cracks are for example brushing type injuries to the coronary band, clubfeet (flexion in the coffin joint) or non-physiological underrun heels.

To successfully treat a hoof crack the underlying cause of the crack has to be identified and managed or the effect of the treatment will be limited and it's likely the hoof crack will remain or reappear. There are many different techniques for repairing cracks but it's important that the repair doesn't enclose possible bacteria and that it stabilizes the crack in all the different loading force directions. Metal plates attached with screws to the hoof wall gives good stability to the hoof capsule and prevents movement within the crack in all loading force directions. This type of repair also prevents possible bacteria from being enclosed and is relatively easy to remove and reattach higher up on the hoof wall as the crack, with the new growth of the hoof, is displaced distally.

INLEDNING

Hovsprickor (hornsprickor), som uppkommer till följd av en lokal överbelastning av hovkapseln, är vanligt förekommande hos både tama- och förvildade hästar (Florence and McDonnell 2006). De flesta hovsprickor ger inte upphov till några uppenbara problem för hästen men om sprickan inkluderar hovväggens inre delar kan den ge upphov till hälta och/eller förändring av hovkapselns utseende och förmåga att bära vikt samt tåla slitage. Denna litteraturstudie riktar in sig på hur hovsprickor uppkommer, hovsprickor av klinisk betydelse och deras omfattning, samt hur hovsprickor ska behandlas. Det finns i forskningsdatabaser ingen vetenskaplig rapport avseende den mekaniska styrkan eller den kliniska effekten av olika reparationstekniker. Oavsett vilken metod som används för att laga sprickan är målet alltid att stabilisera området på ett sätt så att hästen blir symtomfri och hovväggen ostört kan växa ut på nytt och då med så normala mekaniska egenskaper som möjligt. Det långsiktiga målet bör alltid vara att åstadkomma en belastningssituation som minimerar risken att en ny spricka uppstår.

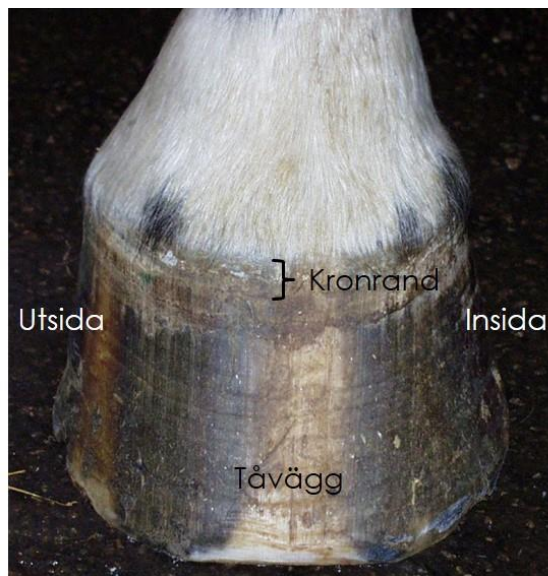
MATERIAL OCH METODER

Litteratur har erhållits från databaserna Web of Science, PubMed samt Proquest. De sökord som användes var "hoof crack" or "hoof cracks" and "horse" or "equine." Sedan användes också sökorden "hoof*" and "horse" or "equine." Personlig kommunikation med hovslagarna på Universitetsdjursjukhuset vid Sveriges Lantbruksuniversitet samt föreläsningskompendiet i hovens anatomi för 4:e årets veterinärstudenter, författat av handledaren Ove Wattle vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala år 2013, har också använts.

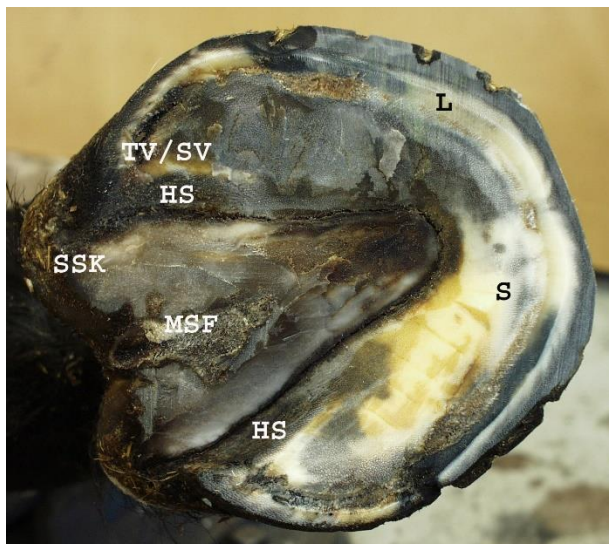
LITTERATURÖVERSIKT

Hovens anatomi

Exteriörmässigt kan hoven delas upp enligt figur 1 och 2. Hovkapseln är hovens epidermis och den omsluter, skyddar och stödjer kötthoven som är hovens inre strukturer (Wattle, 2013). Under hovkapseln finns hovens dermis, kallat läderhud som delas in i olika sektioner efter vilken del av hovkapseln som den förser med näring. Läderhudens struktur och förhållande till epidermis skiljer sig åt mellan de olika sektionerna. Söm-, kron-, sul- och strål- och ballläderhuds yta är täckt av papiller medan väggläderhuden (lamelläderhuden) är veckad i lameller. Papillerna och lamellerna svarar mot motsvarande struktur på epidermis yta vilket ger en större kontaktyta mellan de två lagren och därmed plats för ett högre totalantal hornproducerande epidermala basalceller. På en vuxen stor häst är ytan som binder samman dermis och epidermis runt 1 m² per hov.



Figur 1. Framhov sedd framifrån och från sidan.



Figur 2. Hoven sedd underifrån. SSK, strålskänkel; MSF, mittstrålfåra; HS, hörnstöd, TV/SV, traktvinkel/sulvinkel; S, sulhorn; L, lamellrand. Den högra figuren visar en förstoring av hovens tådel. V, vägghorn; pilen visar på den vita linjen och parentesen på bärranden.

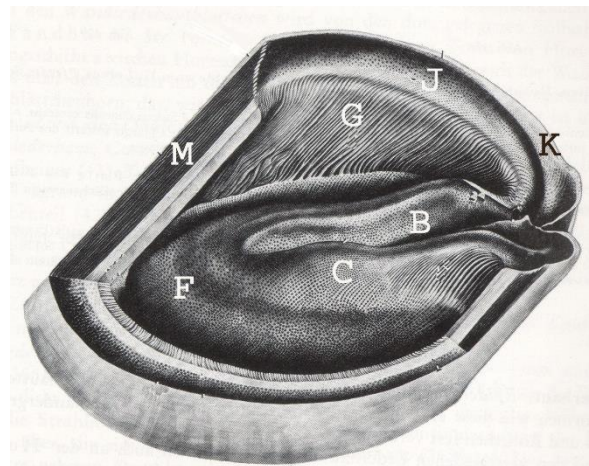
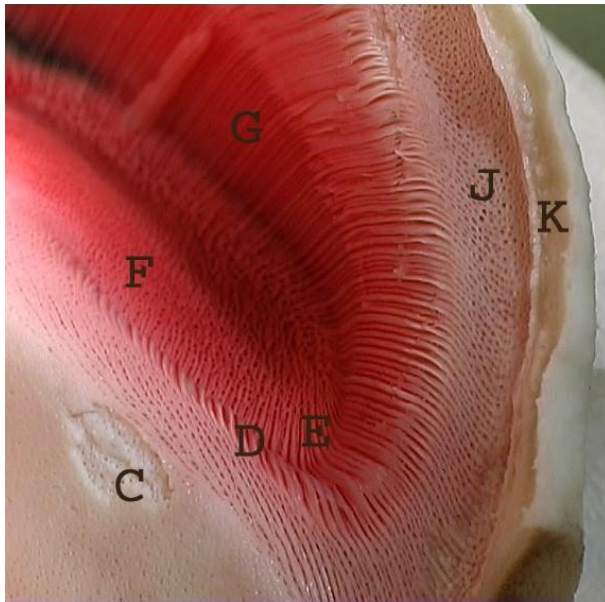
Mest proximalt på hovens insida, som ett band längs kronranden (periople), hittas sömläderhuden som nedåt övergår i kronläderhud. Kronläderhuden, som fyller hovkapselns "coronary groove" fäster inne i hoven mot sträcksenan och dess infästning mot hovbenet samt mot hovbrosket. Antalet papiller och deras diameter på kronläderhudens yta varierar från tå till trakt. Flest och smalast papiller ses i hovens dorsala del. Vid "coronary grooves" inre kant tar väggläderhuden över och den är formad i 500 - 600 veck som löper i proximodistal riktning. Vecken kallas primära dermala (läderhuds-) lameller och dessa dermala lameller är i sin tur även veckade i så kallade sekundära dermala lameller. I hovens tådel är det som tätast mellan de primära lamellerna och det blir sedan allt glesare mellan lamellerna bak i sido- och traktväggen, lamellerna är dessutom längre i tådelen än i sido- och traktdelarna. Väggläderhuden fäster utåt, via ett basalmembran, mot epidermis och inåt mot hovbroskens

yttre ytor samt mot hovbenets modifierade periost. Hovbenets yta har dessutom en grov struktur vilket förbättrar dess fästning till läderhuden. Väggläderhudens lameller tillåter rörelse mellan hovben och hovkapsel. Därutöver förmedlar den nutrition och syre till de epidermala lamellerna och har även en viktig funktion i att hålla vägghornet fuktigt via diffusion. Nedåt övergår väggläderhuden i sulläderhud och i höjd med hovbenets distala begränsning, där de två förenas bildar väggläderhuden så kallade terminal papillae. Terminal papillae täcks av germinalt epitel som producerar det rörhorn som från denna nivå fyller ut utrymmet mellan hornlamellerna. Sulläderhuden fäster inåt till hovbenets palmara/plantara yta och i kaudal riktning går den över i strålläderhud. Den senare fäster mot den elastiska putan och i övergången mellan de två finns det körtelvävnad vars utförsgångar går ut genom strålen. Den elastiska putan är hovens enda underhud och dess uppbyggnad varierar med ålder, ras och individ samt kan påverkas av det typ av arbete hästen utför. Det är en passiv struktur av elastisk bindväv med varierande inslag av fettvävnad och fibröst brosk som tillåter att hovens bakre del kan vidgas, dras ihop, höjas och sänkas. Elastiska putan ger också stöd åt kronben och strålben i samband med genomtramp (Wattle, 2013).

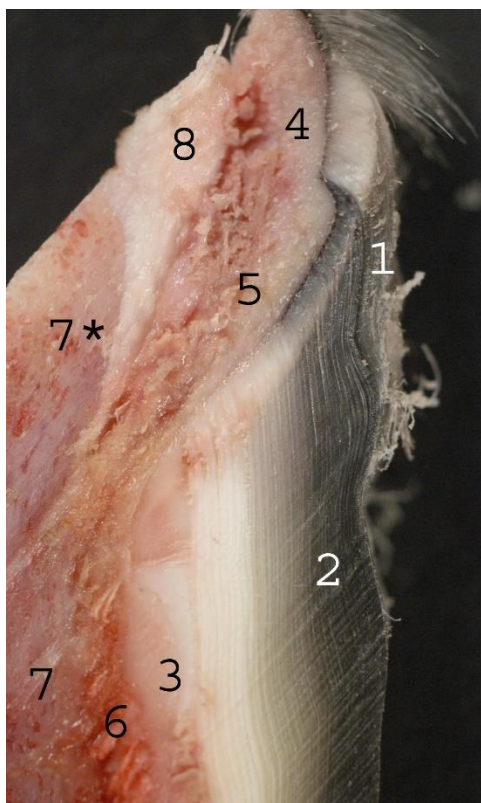
Hovkapsel/Hornkapsel

Hovkapseln har till uppgift att bära vikt, tåla nötning samt utgöra halkskydd. Genom sin formbarhet möjliggör den sänkning av belastningsamplituder. Den hårda hovkapseln kan liknas vid en kon som är öppen baktill då hovväggen lutar snett utåt från kronrand till bärrand och i traktvinklarna böjs väggen framåt och bildar hörnstöden (figur 3). Den mediala hovväggen är, på hästar med normal benaxel, i regel något brantare än den laterala och sett i proximodistal riktning blir hovväggen också från tå till trakt successivt brantare. Hovkapseln kan delas in i söm-, vägg-, lamell-, sul-, strål- och ballhorn (figur 3). Med undantag för söm- och ballhornet bildas hovkapseln genom hård förhorning (Wattle, 2013).

Hovväggen består utifrån sett av tre lager; stratum externum/sömhorn (periople), stratum medium/vägghorn, och stratum internum/lamellager (stratum lamellatum) (figur 4). Stratum externums mest proximala del kallas sömhorn vilket utgör en övergångszon mellan hud och hov. Denna del av hovkapseln förhornas precis som hud via mjuk keratinisering och har följaktligen samma fyra lager; stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum samt stratum corneum. De förhornade cellerna i sömhornet binds samman av ett extra-cellulärt lipidmatrix och proteinbindningar. Fetterna i matrix underlättar rörelse mellan cellerna och ökar sömhornets förmåga att hålla kvar fuktigheten i underliggande vävnad. Sömhornets uppgift är också att skydda den underliggande kronrandens hornproduktion samt att guida vägghornet att växa nedåt i rätt riktning. Sömhornet (figur 4) övergår i glasyrhorn (stratum tectorium) nedåt vilket på grund av sin dåliga mekaniska hållbarhet lätt slits bort från väggen. Vanligtvis täcker glasyrhornet på en vuxen häst hovens övre 3-4 cm vid tån och övre 3-5 cm vid trakterna. Många faktorer påverkar glasyrhornets hållbarhet och utbredning som hästens ålder, diet, arv och eventuell sjukdom samt underlaget hästen går på och hovslagarens teknik. Där det inte finns glasyrhorn är det vägghornets stratum medium som utgör hovkapselns yttersta del. Det är via diffusion från läderhuden som hovväggen fuktas och glasyrlagret verkar inte ha någon inverkan på hovens fuktighet.

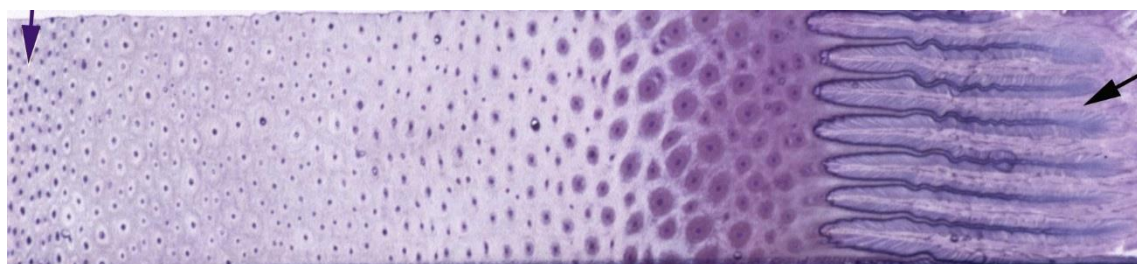


Figur 3. Den vänstra figuren visar trakthörn av hovkapsel sedd uppifrån. Den högra figuren visar hovkapsel i genomskärning. C, strålhorn (rörformat); D, hörnstöd (rörformat, men då det utgör en del av hovväggen täcks dess insida av lameller); E, sulvinkel; F, sulhorn (rörformat); G, hornlameller; J, "coronary groove"; K, sömhorn/glasyrhorn (rörformat); M, vägghorn.



Figur 4. Den vänstra figuren visar kronrand i genomskärning. Den högra figuren visar ett histologiskt snitt av hovväggens mest proximala del färgat med Sudan-B. 1, sömhorn; 2, vägghorn; 3, lamellhorn; 4, sömläderhud; 5, kronläderhud; 6, lamellläderhud; 7*, hovbenets processus extensorius; 8, sträcksena. Pilen visar på glasylagrets nedre gräns på denna hov.

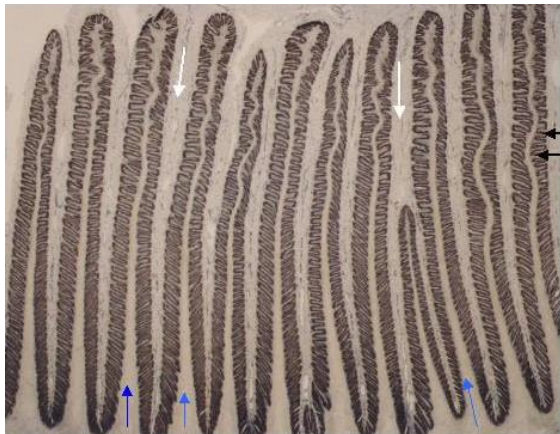
Stratum medium utgör den största delen av hovväggen och förhornas precis som lamell-, sul- och strålhorn via hård keratinisering där cellskelettet successivt bäddas in i en proteinrik ”massa.” Graden av pigmentering av stratum medium skiljer sig åt mellan olika hovar men det anses inte påverka den mekaniska hållfastheten. Tjockleken av hovväggen förändras inte nämnvärt från kronrand till bärrand men däremot är väggen tjockast i tån och smalnar sedan av bak mot trakterna. Det kan dock hos många hästar finnas en skillnad i hur mycket väggen smalnar av i trakterna på den mediala sidan jämfört med den laterala. Den mediala sidan är då smalare än den laterala medan det hos andra hästar inte finns någon skillnad alls. Traktväggen är mer flexibel än tåväggen och en av anledningarna till detta tros vara hur de 22 000 – 28 000 hornrör som normalt finns i stratum medium på en vuxen häst är organiserade. I trakterna och hörnstöden är hornrören större och ligger i rader i nästan hela väggens tjocklek emedan hovväggens dorsala del framförallt har små till medelstora hornrör som inte ligger i linje (figur 5). Fortplantningen av krafterna från marken upp genom hovväggen samt kronrandens läge vid produktionstillfället påverkar hornrörens riktning i stratum medium. Fuktigheten i hovväggen ligger ytterst på drygt 20% och innerst på ca 35%. Det är samma både i tå och traktvägg men eftersom traktväggen är tunnare ligger det fuktigare lagret inte lika djupt och detta anses vara ytterligare en anledning till att traktväggen är mer elastisk än tåväggen. Keratinfilament som är orienterade vinkelrätt mot cellernas tillväxtriiktning, intercellulärsubstans samt modifierade cellkontakter binder samman cellerna i stratum medium. Sammansättningen av intercellulärsubstansen är inte helt känd men den innehåller mindre fett och sammansättningen av fett är annorlunda än i hudens intercellulärsubstans. Stratum mediums intercellulärsubstans har en högre koncentration av cholesteryl sulfat som bara finns i högre koncentrationer i vävnad som normalt inte flagnar. Cholesteryl sulfatet anses därför vara viktigt för hovväggens sammanhållning (Wattle, 2013). Hovväggen har i försök *in vitro* visats kunna både stå emot sprickbildning samt leda om sprickor som uppkommit, dels från att ta sig in djupare i hoven samt från att ta sig upp mer proximalt utmed hovväggen (Kasapi & Gosline, 1997). Det har föreslagits att fördelningen av hornrör och intercellulärsubstans i stratum medium är en av mekanismerna bakom denna förmåga (Pleasant *et al.*, 2012). Sprickor som uppkommer *in vivo* brukar dock inte spricka på samma sätt som de skapade *in vitro* (Wattle 2013).



Figur 5. Tvärsnitt av hovväggen i tån taget i nivå med halva hoven. Den vänstra pilen visar den yttersta delen av stratum medium. Hornrörsstrukturerna har här liten diameter och ligger tätt. Den högra pilen visar stratum internum och i riktning mot stratum internum får hornrören större diameter och ligger därigenom glesare.

Stratum internum är den epidermala delen av lamellagret och är precis som väggläderhuden veckad i primära samt sekundära lameller (figur 6). De primära överhudslamellerna, mellan 500 – 600 beroende på ålder och ras, är förhornade och de har vardera mellan 100 – 200

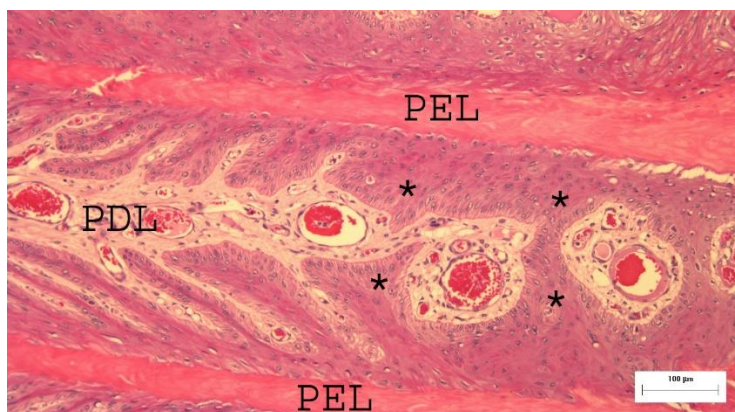
sekundära lameller som inte är förhornade. Överhudslamellerna är sammanfogade med motsvarande läderhudslameller via hemidesmosomer förankrade i basalmembran. De sekundära överhudslamellerna består enbart av levande celler och detta lager är relativt stationärt men har en viss tänjbarhet på 0.4 – 0.8 mm (Wattle, 2013).



Figur 6. Histologiskt tvärsnitt av lamellager från tåväggens mittersta nivå. Övre delen av bilden vetter mot hovbenet och nedre delen av bilden mot vägghornet. Vita pilar illustrerar primära dermala lameller. Blå pilar, primära överhudslameller (hornlameller) och svarta pilar, sekundära överhudslameller.

Sulan och strålens horn växer långsammare än vägghornet och har därför inte så många och så stora papiller per ytenhet som vägghornet. Hovväggens tillväxthastighet varierar mellan hovar på samma individ samt mellan tå och trakt, och även mellan individer, raser, foderstater och årstider. Störst tillväxt sker under perioden april – oktober och en hovs tillväxt kan på vuxen häst variera mellan 4 mm till 12 mm per månad. Hovväggen växer i proximodistal riktning över den stationära läderhuden och på mellan 9 – 12 månader har tåväggen vuxit ut från dess övre till dess nedre gräns. Detta är möjligt på grund av en ständig uppbrytning och nybildning av desmosomer och hemidesmosomer mellan stratum internum's celler (Wattle, 2013). Tack vare denna cykel av uppbrytning och nybildning kan hovväggen växa samtidigt som den ändå är starkt fäst till hovbenet (Celeste & Szoke, 2005). Delar av överhudens primära lameller är förhornade och följer med stratum medium's tillväxt nedåt. Det sker troligtvis med samma hastighet som stratum medium's tillväxthastighet. Denna del kallas primär hornlamell och den procentuella längden av överhudens primära lamell som på detta sätt växer med väggen ökar distalt utmed hovväggen. Uppbrytningen av desmosomerna styrs troligtvis via aktivering och inhibering av metalloproteinaser (MMPs). Vid skada har basalcellerna i stratum internum en kraftig proliferativ kapacitet. Det horn som bildas av dessa basalceller kallas normalt lamellhorn, eller i samband med skada ärrhorn, och har inte samma sammansättning av proteiner som stratum medium vilket ger det en sämre motståndskraft mot yttre påverkan.

Under hoven finns det en vit linje och en lamellrand som gemensamt på engelska benämns "white line" (Wattle, 2013). Denna "white line" som består av ljusare och mjukare horn är gränsen mellan sula och hovvägg (Celeste & Szoke, 2005). Det horn som produceras av lamellernas basalceller är det som huvudsakligen utgör den på svenska kallade vita linjen (figur 2). Lamellranden däremot utgörs av de primära hornlamellerna som nått hovens palmara/plantara yta och mellanrummet mellan dem fylls ut av rörformat horn producerat av stratum internum's terminal papillae. Distalt i hoven "smälter" närliggande sekundära överhudslameller samman och ringar in väggläderhud som finns mellan dem och bildar på så sätt terminal papillae, se figur 7 (Wattle, 2013).



Figur 7. Tvärsnitt av lamellagret i höjd med terminal papillae. Närliggande sekundära överhudslameller smälter samman och omsluter dermal vävnad som i distal riktning därigenom bildar papiller. PEL, primär epidermal (överhuds) lamell; PDL, primär dermal lamell.

Hovsprickor/Hornsprickor

Hovsprickor delas in efter sitt läge på hoven i tåsprickor, sidosprickor och traktssprickor samt efter dess längd, om sprickan går hela vägen från kronrand till bärrand kallas den genomlöpande. Sprickan kan också beskrivas efter djup samt om den har lett till en blödning eller infektion (Moyer, 2003). Om sprickan går hela vägen in till väggläder huden kallas den genomgående och dessa sprickor ger alltid initialt en blödning (Wattle, 2013).

De flesta hovsprickor är sprickor som löper i hornrörens riktning (Moyer, 2003) och grundorsaken är alltid någon form av överbelastning (Wattle, 2013). Sidosprickor och traktssprickor är ofta associerade med långa tår, understuckna trakter och/eller utåt roterad benaxel. Hovväggsseparation på grund av kronisk fång, hålvägg eller bockhov ökar tydligt risken för tåsprickor (Moyer, 2003). Hornklyftor, hovsprickor som löper parallellt med kronranden är mindre vanligt och dessa orsakas av en skada som involverar kronläderhud och/eller sömläderhud (Magnusson, 2007). Skadan som kan ha orsakats av trauma, oftast tramp, eller infektion leder till en störning i den normala hornproduktionen och förändrad arkitektur i området för hovväggs matrix, vilken i vissa fall kan bli permanent (Moyer, 2003). I dessa fall kan hovsprickan inte förbättras om inte kronrandspastik utförs.

En hovspricka läker genom att hovens vägg växer ut på nytt från kronranden och nedåt mot bärranden. Hornets tillväxt styrs av olika tillväxtfaktorer som kan verka lokalt eller mer systemiskt, exempelvis EGF (epidermal growth factor) och KGF (keratinocyte growth factor). Dessutom kan skadade hornceller lokalt stimulera tillväxten av nya hornceller (Wattle, 2013).

Orsaker till hovsprickor

Orsaken till en horn-/hovspricka är alltid en överbelastning emedan orsakerna som kan predisponera för lokalt nedsatt hållfasthet alternativt ökad belastning och därigenom uppkomst av hovsprickor är många. Exempelvis kan kronrandsskador, ofysiologisk verkning, skoning och hovform, dålig hornkvalité, felaktig benställning, smärta som innebär en onormal belastning av en hov och ofysiologisk belastningsriktning till följd av underlag eller

rörelseriktning öka risken för sprickbildning. Framhovarna bär normalt mer vikt än bakhovarna och det är troligtvis därför vanligare med exempelvis genomgående sido- och tåsprickor på dessa än på bakhovarna (Pleasant *et al.*, 2012).

Hovkapselns formbarhet och dess utseende är mycket viktigt för att minska kraftens amplitud vid hovisättningen och hovuppbromsningen (Johnston & Back, 2006). Formbarheten gör att krafterna från hästen och markytan fördelas över en längre tidsperiod än vad som annars hade varit fallet. Temporära formförändringarna sker framförallt under kötthovens plan genom att väggen flyter ut i det område som inte, via lamellagret, fäster mot hovbenet, med början ungefär vid väggens nedre 1/3 del. I denna nivå kan hovkapseln också lättare kompensera för mer långvariga belastningsförändringar då det finns en relativt stor hornproduktion från och med lamellagrets terminal papillae. På bara en till två månader kan en hov därigenom väsentligt ändra form. I samband med exempelvis lokala inflammationer kan partier av hovväggen växa olika snabbt. Horncellerna förskjuts då sinsemellan vilket ger en formförändring lokalt (Wattle, 2013). En ”felaktig” hovform, på grund av arv, kan ytterligare förstärkas av en rad faktorer exempelvis möjlighet till rörelse och betestillgång under uppväxten (van Heel *et al.*, 2006), rytturen/körsvennens inverkan, samt sjukdom/skador.



Figur 8. På denna hovs foderränder ses att hornväggens konstruktion tillåter en förskjutning mellan hornceller i proximodistal riktning.

Miljöfaktorer som kan påverka risken för sprickbildning i hornet, genom att försämra de mekaniska egenskaperna, är till exempel höga halter av urea. Urea är skadligt för hovkapseln genom att bland annat bryta ned vätebindningar som stabiliserar hornets proteinstrukturer. Urin blandat med avföring är skadligare än de båda för sig och det är därför viktigt att hästen står på en hygienisk ströbädd. Bakterier och svampar i omgivningen kan kontaminera hoven och bryta ned horn om de får en miljö som tillåter detta. Normalt ses ofta vägghorn vara påverkat av olika miljöfaktorer från några mm upp till 1 cm från marknivån. Det miljöpåverkade hornet har sämre kvalitet än det mer proximala hornet. Att det mest distala hornet är äldre samt har längre avstånd till läderhuden bidrar dock säkert också till den sämre hållfastheten. Även hovväggens fuktighet påverkar risken för sprickbildning och hovväggens fettinnehåll anses vara viktig för dess förmåga att behålla sin fuktighet. Ett torrt horn spricker lättare men har högre böj hållfasthet. Ett horn med onormalt hög hydreringsgrad, mer än 40 % vatteninnehåll, ger risk för små sprickor. Normalt kan vatten som omger hoven bara tränga in runt 3 mm i hovväggen och det avges sedan inom några timmar när miljön blivit torrare men vid kraftiga växlingar mellan väta och torka är det svårare för hovväggen att behålla den naturliga fuktigheten. Den kraftiga vätan löser upp delar av intercellulärsubstansen i

hovväggen och den efterföljande torkan gör sedan att väggen får små sprickor då cellerna får svårare att hålla ihop (Wattle, 2013). Proteiner kan dock inte diffundera ut eller in i ett förhornat hovepitel. Topikala produkter innehållande protein som appliceras på hovväggen i tron om proteinerna kan gå in i hovväggens vävnad och ge ett skydd har istället motsatt effekt då proteinerna drar ut vatten ur hoven på grund av det osmotiska trycket (Wagner & Hood, 2002).

Sido- och traktsprickor

Felaktig belastning på grund av felaktig benställning/hovkonformation och/eller felaktig verkning/feltillpassade skor leder till hovkapseldistorsion och det är den vanligaste orsaken till genomgående sido- och traktsprickor. En hovkapseldistorsion kan negativt påverka hovkapselns mekaniska förmåga att dämpa och distribuera belastningen vilket kan leda till stress och överbelastning av hovens vävnader. Risken är gradberoende, liten hovkapseldistorsion kan kräva mycket arbete och kraftig hovkapseldistorsion lite arbete på hårt underlag innan en hovspricka uppkommer.

Hos en häst med tåvid/fransysk benställning bär de mediala sidorna och trakterna upp mer vikt än de laterala och om en sådan hov inte tas om hand på ett korrekt sätt kan hästen få en medial ballförskjutning. Den laterala sido- och traktväggens distala 1/3-delen flyter ut på grund av den felaktiga belastningen som uppstår och hoven får en distorsion. När en hov med denna typ av distorsion belastas trycks mediala sido- och traktväggens kronrand utåt vilket predisponerar för en genomgående hovväggsspricka i den mediala väggen. Dessa sidosprickor har sitt ursprung uppe i kronranden och förlängs sedan distalt ned i varierande grad. Om dylika sprickor inte stabiliseras kan de vid belastning öppna sig i kronrand och ge en sådan håla att hästen måste tas ur arbete. Hos tåtrånga hästar är det däremot den laterala sidan och trakten som bär mest vikt och kan bli ballförskjuten. En sådan hovväggsdistorsion anses följaktligen predisponera för laterala sidosprickor (Pleasant *et al.*, 2012)



Figur 9. En medialt ballförskjuten hov med en lateralt utfluten hovvägg. Hovväggen har på den mediala sidan börjat vika sig in under hovens bärplan.



Figur 10. En hov med en sidospricka. Kronranden är proximalt förskjuten vid sprickan.

Tåsprickor

Genomgående tåsprickor kan börja vid kronranden och löpa i distal riktning eller börja nerifrån och gå uppåt. På grund av hovkapselns form och rörelse sluter sig genomgående hovsprickor i kronranden vid belastning och öppnar sig vid avlastning. Trampskador i kronranden eller bockhov (flexion i hovled) kan ge upphov till en spricka som börjar i kronranden, den senare framförallt om hoven får växa sig lång och få en utflytning i tån, konkav form, med följden att tåns kronrand blir överbelastad och upptryckt. På de senare kan dock även sprickan börja i markplanet. En ofysiologiskt understucken trakt kan också predisponera för tåsprickor i och med att tån ofta tenderar till att bli lång. En understucken trakt blir naturligt med tiden alltmer understucken om det inte åtgärdas då kraftvektorer träffar traktens hornrör i en annan vinkel än normalt. Dessa hovars dorsala hovvägg får oftast en konkav form och sprickorna börjar som små, icke genomgående sprickor distalt vid hovens markplan och om orsaken till sprickan inte åtgärdas kan de sprida sig proximalt upp utmed hovväggen och nå kronranden och inåt involvera lamellranden. Om sprickan går igenom hovväggen blir hoven instabil och hästen blir halt (Wattle, 2013).

Behandling/reparation av hovsprickor

Vid behandling av hovsprickor brukar det ingå en stabilisering av sprickan medelst någon typ av nitning men om inte orsaken till hovsprickan identifieras och åtgärdas kommer effekten av den stabiliserande behandlingen vara begränsad och hovsprickan kvarstår/återkommer. En undersökning bör börja med evaluering av hästens benställning samt hovform avseende hur hoven belastas. För sprickor som inte behöver stabiliseras är det bästa att verka hoven efter hästens fysiologiska förutsättningar, vid behov sko hästen, samt se till att hästen inte belastar den skadade hoven mer än vad den tål. Vid rätt avlastning, eventuellt stabilisering, samt om kronranden har en normal arkitektur växer hovväggen ut normalt igen och hovsprickan försvinner. Ibland skos hovar med ringsko då denna på hårt underlag ger palmart/plantart stöd, ökar hovens vikt bärande yta, samt minskar den vertikala rörelsen mellan ballarna på ojämnt underlag (O'Grady, 2001).

Det är viktigt att sprickan undersöks noggrant och att all lös hovvävnad avlägsnas vilket kan göras med en liten slip/borrmaskin (Dremel) eller hovkniv. Det slipdamm som bildas av en Dremel kan dock göra det svårare att se av bakterier nedbruten hovvägg som också är ett vitt pulver (Jansson & Törnkvist, 2016). Lokalbedövning kan ibland behövas när genomgående infekterade eller smärtsamma sprickor skärs rent. När sprickan skärs upp är det viktigt att det skapas ett bra dränage samt att vara försiktig så att inte det underliggande dermis skadas. Dessa typer av sprickor ska stabiliseras så att den av sprickans rörelse stimulerade inflammationen i läderhuden kan avklinga så snabbt som möjligt. I det första skedet efter uppverkning skyddas den blottade läderhuden med en kompress och hovgips (Jansson & Törnkvist, 2016). En blödande och/eller infekterad hovspricka skall inte plastas in eller täckas över på ett sätt som omöjliggör sårvård (Moyer, 2003).

Om det förekommer en skada som involverar kronrandsregionen är det viktigt att det läggs ett galoppbandage som ger tryck runt hoven för att minimera eventuell svullnad i kronranden

(figur 11). En svullnad i kronrandsregionen kan annars leda till att det nya horn som produceras börjar växa felaktigt.



Figur 11. Galoppbandage framifrån och från sidan. Det är viktigt att knutarna med sitt tryck ligger om möjligt över hovsprickan. Bandaget ska inte ligga för brett och inte täcka någon hud.

Den som reparerar hovar bör tänka på personliga skyddsåtgärder vid hantering av hovreparations/stabiliserings material, exempelvis skyddsglasögon vid slipning av metall, skyddshandskar och eventuellt andningsskydd vid arbete med hårdplaster.

Reparationstekniker kan verka enkla teoretiskt men i praktiken är det lätt att orsaka ytterligare skada på hoven vid en reparation.

Vid plastning av sprickor skall hovväggens yta, i området runt sprickan, sandpappas eller ruggas upp med en rasp. Uppruggningen rengör och ökar kontaktytan och ger därmed en bättre vidhäftning av plasten. Hornet skall vara torrt på ytan innan plastning, värmepistol eller hårtork kan underlätta torkningen av hoven. En del reparationstekniker kräver att det borraras i hovväggen och då måste hovväggen vara tillräckligt tjock. Borrmaskinen bör också ha någon form av djupmätning så att djupet på borrhålet kan kontrolleras. Annars kan den känsliga vävnaden under hovväggen penetreras eller hovväggen försvagas ytterligare (Moyer, 2003). Om skruvar används behöver väggen inte förborras (Jansson & Törnkvist, 2016).

I en akut situation där det inte finns möjlighet eller tid att reparera sprickan ordentligt kan en sido- och traktspricka tillfälligt stabiliseras med hjälp av hovgips. Om hästen behöver stöd under flera dagar bör ett plastgips användas då detta tål miljöfaktorer relativt bra (Wattle, 2013).

Vissa reparationer kan låtas växa ut med hoven och då verkas samt sedan skos över tillsammans med den normala hoven, det är dock i dessa fall viktigt att meddela hovslagaren ifall reparationen inkluderar material som kan skada eller skadas av hovslagarens verktyg (Moyer, 2003). Hos många hästar kvarstår det en defekt i form av en svag linje eller inbuktning i hovväggen efter att sidosprickan vuxit ut. Detta kan vara orsakat av att sprickan permanent skadat matrix till hovväggens stratum medium (Wattle, 2013).

Sido- och traktsprickor

Det är inte ovanligt att hästar med sido- och/eller traktsprickor också är ballförskjutna. En ballförskjutning kan korrigeras genom att den uppskjutna delen av hovväggen avlastas genom att bärrandsdelen av hoven i området vid sprickan/ballförskjutningen verkas bort (Jansson & Törnkviskt, 2016). Effekten av en dylik verkning förstärks om hästen skos. Då har bärranden inte kontakt med skon utan hänger fritt ovanför och ballen har möjlighet att sjunka tillbaka ned.

En teknik för reparation av sido- och traktsprickor är att skruva fast en platta av exempelvis rostfritt stål som en brygga över sprickan. Detta är en teknik som har använts i över hundra år (Lungwitz, 1883). Förutom rostfritt stål kan även andra tåliga metaller användas men de bör vara lätta att böja, arbeta med och tåla de krafter hästen utsätter dem för. Plattan måste böjas till samma form som hoven och sedan fästas med 4 - 8 skruvar på vardera sidan om sprickan. Det är som sagt bara plåten som behöver förborras, inte hoven, vid fixering av en spricka med plåt. Det är lämpligt att använda 10 mm långa skruvar då dessa inte brukar gå igenom hela hovväggen samt en 1.5 – 2 mm tjock platta (figur 12). Bredden och längden på plattan anpassas till sprickans läge och så även antalet skruvar som används. Ett lager hårdplast kan eventuellt läggas på plattan för att ytterligare förstärka hållbarheten. Då denna typ av reparation ligger på hovens yta stängs eventuella bakterier inte in i sprickan. Allteftersom hoven växer behöver plattan, vid varje skoning (5 – 6 veckors skoningsintervall), flyttas upp proximalt på hoven och skruvas fast på nytt tills dess att en genomlöpande spricka har ersatts av intakt horn ner till minst den proximala 1/3- delen av hovväggen (Jansson & Törnkviskt, 2016).



Figur 12. En trakt-sidospricka skodd med ringsko och reparerad med en metallbrygga av rostfritt stål.



Traktsprickor kan vara svåra att sätta en platta över då det ibland inte finns tillräckligt med yta palmart/plantart om sprickan att fästa en platta på. Då är en alternativ metod att skruva in 10 mm långa skruvar till deras halva längd i hovväggen, 2 på vardera sida av sprickan, och sedan med skruvarna som utgångspunkt göra en brygga av snabbtorkande plast över sprickan. Plasten sitter kvar mycket bättre med skruvarna som bas och då skruvarna bara skruvas in

max 5 mm i hovväggen är det inte ett problem att traktväggen är mycket tunnare än tåväggen (Jansson & Törnkvist, 2016).

En annan teknik för reparation av sidosprickor är att tillverka en platta över sprickan av polymetylmetakrylat (termoplast) och polyesterväv. Innan väven plastas fast på hoven måste hoven prepareras så att plasten fäster bra genom att rengöra hovväggen och slipa den i området där klistret ska fästa. Det har också föreslagits en applicering av någon typ av antiseptisk salva i sprickan så att inte limmet trycks in i sprickan vid rollning. Plastplattan ska täcka hovväggen från kronranden ned distalt till slutet av hovväggen samt minst 3,8 cm ut från varje sida om hovsprickan. Det brukar räcka med tre lager av polyesterväv men det beror på hur mycket påfrestning plattan kommer att utsättas för. Bitarna av polyesterväv täcks med plast på båda sidor och sätts sedan fast på hoven, den ena ovanpå den andra osv. Använd sedan en roller och rulla över plattan så att överflödig plast trycks ut. Det är viktigt att hoven inte är belastad när plattan sätts på och under tiden plasten torkar, detta för att sprickan ska stabiliseras i en neutral position. Borra sedan små hål i plattan proximalt till distalt över sprickan så att sprickan luftas och eventuellt kan fortsätta behandlas. Vid minst varannan skoning måste sedan plattan tas bort och ersättas med en ny för att minimera spänningarna i sprickans proximala del. Efter att sprickan helt har torkat ut kan plattan eventuellt kompletteras med en hel ifyllning av sprickan med reparationsmaterial (Pleasant *et al.*, 2012).

En fjärde teknik är reparation med hjälp av rostfri ståltråd som drar ihop sprickan och sedan täcks över av polyetylenfibertyg fastklistrat med polymetylmetakrylat. Två par hål med 1,2 mm i diameter borrar i hovväggen på varje sida av sprickan, minst 13 mm från sprickans kanter (O'Grady, 2001). Det ska vara 6,4 mm mellan hålen i varje par och hålen på båda sidor om sprickan ska motsvara varandra i läge. Borrningen görs bäst med en liten bormaskin med ett koboltborr då denna metall är svår att böja och borrhålet därmed kommer följa den planerade riktningen (Pleasant *et al.*, 2012). Sedan böjs 4 bitar tunn rostfri ståltråd 64 mm långa i hårnålsform och på dessa träs en liten stålplatta. Beroende på sprickans längd kan det eventuellt behövas fler hårnålstrådar och hål för att uppnå tillräcklig stabilitet.

Hårnålstrådarna med stålplattor träs sedan igenom de borrarde hålen på hovväggen. I de mest kraniala hålen träs hårnålen i dorsal till palmar riktning och i de mest kaudala hålen i palmar till dorsal riktning (O'Grady, 2001). De små stålplattorna kommer då att ligga mot den externa hovväggen och förhindra att ståltråden skär igenom hovväggen. För att skapa ett dränage ska en liten mängd formbart desinfekterande hovvax läggas i hovsprickan och därefter trycks en bit tunn plasttub eller liknande fast i vaxet (Pleasant *et al.*, 2012).

Alternativt kan Play-Doh eller någon typ av modelleringsmassa användas (Moyer, 2003). Tubens ändar ska sticka ut ovanför samt nedanför sprickan och sen vrids ståltrådarna från de båda sidorna samman i motsvarande par. När ståltrådarna vrids samman och spänns är det viktigt att hästen inte visar tecken på obehag eller smärta, då är trådarna för hårt spända (Pleasant *et al.*, 2012). Därefter klipps ståltrådarna av ovanför vridningarna så att ändarna inte sticker upp ur sprickan. Hoven slipas i området runt sprickan samt sköljs av med denaturerad alkohol och 3 bitar polyetylenfibertyg klipps till, 51 x 76 mm. Polymetylmetakrylat appliceras över hovspricksområdet och sedan placeras de tre bitarna av fibertyg täckta med plast i lager över sprickan (O'Grady, 2001). Polyetylenfibertyg gör reparationen starkare samt ger bättre fäste på hovväggen. När plasten appliceras är det viktigt att se till att den distala delen av

hovväggen i hovspricksområdet förblir avlastad (Pleasant *et al.*, 2012). Avslutningsvis viras hoven in i plastfolie och därefter i ett elastiskt bandage och plasten får torka vilket tar ca 2 – 3 minuter beroende på omgivningens temperatur (O’Grady, 2001). När plasten har torkat tas plasttuben och hovvaxet i sprickan bort och tunneln, med ingångshål och utgångshål, som bildats gör det möjligt att fortsätta behandla sprickan (Pleasant *et al.*, 2012). Hålen kan mellan behandlingarna täckas över med exempelvis silvertejp för att förhindra att smuts tränger in (Moyer, 2003).

Ytterligare en teknik som används en del i Sverige, framförallt för tåsprickor, är att bränna ett hål på vardera sida om sprickan. Horisontellt genom sprickan från det ena hålet till det andra borras det sedan genom hovväggen. Genom hålen slås en söm som böjs utåt och på så sätt drar ihop sprickan (figur 13). 2 – 3 sömmar kan behöva fästas över sprickan för att stabilisera hoven tillräckligt. Hovsprickor kan också lagas med nitklamrar. Dessa slås då fast i hovväggen över sprickan och det behövs normalt 3 – 4 nitklamrar för att stabilisera sprickan. Dock kryper klamrarna oftast ur hovväggen och nya måste sättas. Nitklamrarna är lätta att sätta men nackdelen att de lätt trillar bort överväger denna fördel (Jansson & Törnkviskt, 2016).



Figur 13. En hov med en sido-traktspricka stabiliserad med sömnit. På hornrörens riktning i trakten kan det tydligt ses att reparationen inte har stabiliserat hoven i alla kraftriktningar.



Figur 14. En hov med en sido-traktspricka stabiliserad med nitklamrar. Även på denna hov ses det att hoven inte har stabiliserats i alla kraftriktningar och hornören i trakten har växt i fel riktning.

Tåsprickor

Hovar med tåsprickor där tårna är långa och trakterna låga bör först och främst verkas efter hästens fysiologiska förutsättningar. Hoven bör också skos med en sko som underlättar överullning samt ger så mycket palmart/plantart stöd som är praktiskt möjligt. Hästar med bockhov och andra hästar med upprättade phalanger/höga trakter får inte få för långa tår, då ökar risken för tåsprickor. Dessa hästar bör också skos med en sko som underlättar överullning (Pleasant *et al.*, 2012).

Teknikerna för att stabilisera tåsprickor liknar de för sido- och traktsprickor. Metallbryggor (figur 13), polymetylmetakrylat och polyesterväv samt ståltrådar eller nitklamrar.



Figur 15. Hov med tåspricka före och efter verkning, skoning samt reparation med en metallbrygga.

Hornklyftor

Hornklyftor behöver sällan repareras såvida de inte är stora och den underliggande känsliga vävnaden är blottad, däremot behöver det säkerställas att väggen ovan sprickan är stabil och har en bra arkitektur. De reparationstekniker som kan användas är samma som för andra typer av hovsprickor. Sprickor orsakade av permanenta skador på tillväxtzonen för hovväggens stratum medium försvinner inte utan orsakar en permanent defekt i hovväggen. Utan kronrandsplastik/kirurgi leder dylika skador till att behovet för stabiliserande åtgärder blir livslånga för hästen (Wattle, 2013).

DISKUSSION

Att få hovsprickor är naturligt för vildhästar/förvildade hästar, men då i huvudsak ytliga sprickor som inte involverar dermis. Djupa sprickor ses framförallt i väggens distala delar på förvuxna hovar och då som en naturlig del i hur hästar sliter sina hovar. Förvildade hästar kan under perioder få allvarliga hovkapsel distorsioner men de rättar vanligtvis till sig relativt snabbt genom den naturliga nedslitningen när hästarna går på mark med andra egenskaper (Florence & McDonnell, 2006). En domesticerad häst som tränas och tävlas utsätts dock för andra påfrestningar än vilda dito och hoven behöver därför regelbundet verkas efter hästens fysiologiska förutsättningar samt ibland skos. Fysiologisk verkning och ibland skoning är viktigt för att förhindra uppkomsten av lokal överbelastning och sprickbildning eller som behandling efter det att en hovspricka har uppkommit.

Grunden för hovspricksbehandlingen måste vara att åtgärda den bakomliggande orsaken till sprickan för att förhindra uppkomsten av nya hovsprickor. Om någon stabilisering behöver göras är det viktigt att reparationen inte stänger in bakterier samt att den ger stabilitet åt hoven i alla kraftriktningar. Metallplattor som fästs med skruvar i hovväggen verkar vara ett bra behandlingsalternativ då de förhindrar rörelse över sprickan i hovens vanliga kraftriktningar och inte stänger in eventuella bakterier. Det är också en reparation som är relativt lätt att sätta

dit och att ta bort, samt att flytta upp utmed hovväggen allteftersom sprickan växer ut. Plattans storlek och antalet skruvar kan också enkelt anpassas efter hovsprickans läge. Nackdelen med metallplattor som påtalats är att det finns en risk för penetrering av dermis med skruvarna (O'Grady, 2001). Detta kan i princip undvikas om hål inte förborras i hovväggen samt att skruvarna har lagom längd och deras vassa huvuden knipsas av efter att de har förskruvats i hovväggen.

Reparation av en hovspricka med hårdplaster bör undvikas då dessa typer av reparationer kan stänga in bakterier, vilket kan leda till en infektion. Dessutom är hårdplaster inte bra ur arbetsmiljösynpunkt och plasten stabiliserar inte heller alltid hoven tillräckligt bra. Hårdplast i kombination med ståltråd som dras genom sprickan kan vara en ännu sämre typ av reparation då det förutom ovan anledningar också finns en risk att dermis skadas när det borras hål för ståltråden. Därtill är denna teknik krånglig och det är lätt för den ovane att göra mer skada än nytta. Nitning av en hovspricka med söm (figur 13) är en teknik som kan ge bra stabilitet åt sprickan om tillräckligt många sömmar sätts, samt att den utförs på rätt sätt och på rätt ställe. Det är dock en teknik som är lättare att misslyckas med än att fästa en metallplatta med skruvar och den senare tekniken torde därför vara att rekommendera.

En hovreparation/stabilisering måste hålla ett tag för att vara effektiv då det blir en kostnad för djurägaren varje gång en ny reparation måste göras. Nitklamrar (figur 14) som är snabba att sätta men ofta trillar loss kan därför vara ett dåligt alternativ. Kostnaden och/eller det extra besväret kan leda till att djurägaren inte söker hjälp när en nit på nytt har lossnat. Dessutom stabiliserar inte nitklamrar hovsprickan i proximodistal-riktning.

Vad gäller hovsprickor och deras behandling torde det bästa vara att identifiera riskfaktorer i tid och genom god profylax förhindra att de uppkommer. Om det redan föreligger en sprickbildning bör denna fixeras på ett enkelt och säkert sätt, exempelvis med metallplatta, parallellt med åtgärder för att förhindra att sprickan återuppstår när väggen vuxit ner till markplanet och den stabiliserande reparationen avlägsnats.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Celeste, C. J. & Szoke, M. O. (2005). Management of equine hoof injuries. *Veterinary Clinics of North America-Equine Practice*, 21(1), p 167—+.
- Florence, L. & McDonnell, S. M. (2006). Hoof growth and wear of semi-feral ponies during an annual summer "self-trimming" period. *Equine Veterinary Journal*, 38(7), pp 642–645.
- van Heel, M. C. V., Kroekenstoel, A. M., van Dierendonck, M. C., van Weeren, P. R. & Back, W. (2006). Uneven feet in a foal may develop as a consequence of lateral grazing behaviour induced by conformational traits. *Equine Veterinary Journal*, 38(7), pp 646–651.
- Jansson, H. & Törnkvist, H. (2016). .
- Johnston, C. & Back, W. (2006). Hoof ground interaction: when biomechanical stimuli challenge the tissues of the distal limb. *Equine Veterinary Journal*, 38(7), pp 634–641.
- Kasapi, M. A. & Gosline, J. M. (1997). Design complexity and fracture control in the equine hoof wall. *The Journal of Experimental Biology*, 200(Pt 11), pp 1639–1659.
- Lungwitz, A. (1883). *Der gegenwärtige Standpunkt der mechanischen Verrichtungen des Pferdehufe*. Hannover.
- Magnusson, L.-E. (2007). *Hovvård - hovar, hovbeslag och hovsjukdomar*. 3. ed Liber. (Hovvård). ISBN 978-91-47-07650-5.
- Moyer, W. (2003). Hoof wall defects: chronic hoof wall separations and hoof wall cracks. *Veterinary Clinics of North America-Equine Practice*, 19(2), p 463—+.
- O'Grady, S. E. (2001). Quarter crack repair: an overview. *Equine Veterinary Education*, 13(4), pp 216–219.
- Pleasant, R. S., O'Grady, S. E. & McKinlay, I. (2012). Farriery for Hoof Wall Defects Quarter Cracks and Toe Cracks. *Veterinary Clinics of North America-Equine Practice*, 28(2), p 393—+.
- Wagner, I. P. & Hood, D. M. (2002). Effect of prolonged water immersion on equine hoof epidermis in vitro. *American Journal of Veterinary Research*, 63(8), pp 1140–1144.
- Wattle, O. (2013). *Hovanatomi*. SLU.